

STUDI KARAKTERISTIK GELOMBANG PADA DAERAH PANTAI DESA KALINAUNG KAB. MINAHASA UTARA

Anggi Cindy Wakkary

M. Ihsan Jasin, A.K.T. Dundu

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: achiewa080@gmail.com

ABSTRAK

Daerah pantai Kalinaung merupakan daerah yang digunakan sebagai tempat pariwisata. berdasarkan pengamatan di lapangan ternyata telah terjadi kerusakan di daerah pantai Kalinaung berupa erosi. Kerusakan ini diakibatkan oleh faktor alam dan proses dinamika pantai yang menimbulkan kekhawatiran bagi masyarakat di pesisir pantai tersebut. Oleh karena itu dalam pengembangan dan pengamanan daerah pesisir serta perlindungan penduduk maka perlu mengetahui karakteristik gelombang yang terjadi di pantai tersebut.

Dalam penelitian ini perlu dilakukan pendekatan teori dan analisis transformasi gelombang yang terjadi di kawasan pantai Kalinaung. Peramalan gelombang dihitung dengan metode hindcasting gelombang berdasarkan data angin selama 10 tahun dari Stasiun BMG Bitung untuk mendapatkan tinggi dan periode gelombang signifikan.

Dari hasil perhitungan gelombang di perairan Kalinaung didominasi oleh gelombang arah Tenggara dengan gelombang maksimum terjadi pada bulan Juli 2006 dengan $H = 1,230$ m dan $T = 4,698$ det. Koefisien refraksi yang terjadi berkisar antara 0,9959 sampai 1,4996. Sedangkan koefisien shoaling berkisar pada 0,8370 sampai 1,0866. Tinggi gelombang pecah yang didapat dari hasil perhitungan berkisar pada 0,7663 sampai 1,2448 m pada kedalaman 0,5 m sampai 25 m.

Kata kunci: Pantai Kalinaung Likupang Timur, karakteristik gelombang, refraksi, shoaling, gelombang pecah.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Gelombang Laut merupakan salah satu fenomena alam yang terjadi di laut. Gelombang laut adalah pergerakan naik turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva sinusoidal. Pada umumnya gelombang laut disebabkan oleh tiupan angin baik secara langsung atau pun tidak langsung. Pembentukan gelombang umumnya terjadi di daerah perairan lepas, saat gelombang terbentuk gelombang tersebut akan bergerak dalam jarak yang panjang melintasi laut, dengan hanya kehilangan sedikit energinya. Gelombang merupakan salah satu parameter laut yang domain terhadap laju mundurnya garis pantai.

Pantai adalah daerah ditepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai

yang terjadi. Indonesia yang merupakan negara kepulauan memiliki banyak daerah pantai. Oleh karena itu pantai di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar sebagai daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia, seperti sebagai kawasan pemukiman, pelabuhan, dan juga sebagai tempat Wisata. Akibat peningkatan pemanfaatan daerah pantai untuk kegiatan manusia diiringi oleh timbulnya masalah-masalah yang terjadi di daerah pantai, salah satu contoh erosi yang disebabkan oleh gelombang yang dapat mengakibatkan mundurnya garis pantai sehingga berdampak bagi kawasan pemukiman di pesisir pantai.

Daerah pantai Desa Kalinaung, terletak di Kecamatan Likupang Timur, Kabupaten Minahasa Utara. Sebagian besar penduduknya berprofesi sebagai nelayan, terlebih khususnya warga yang berada di Jaga 6 yang lokasi pemukiman mereka berada sangat dekat dengan pantai. Di pantai desa kalinaung memiliki masalah dengan erosi, erosi telah menyebabkan infrastruktur seperti jalan rusak. Pada saat

terjadinya Tsunami Aceh pada tahun 2006, daerah pantai desa kalinaung terkena dampaknya. Gelombang yang besar menyebabkan 4 rumah dan 1 rumah ibadah tergenang air laut. Gelombang laut yang terjadi mengakibatkan kemunduran garis pantai setiap tahunnya.

Rumusan Masalah

Mundurnya garis pantai pada pantai desa kalinaung akibat gelombang yang mengancam pemukiman warga, infrastruktur jalan, dan fasilitas publik seperti rumah ibadah. Sehingga diperlukan suatu informasi mengenai karakteristik gelombang.

Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan yang di tinjau agar studi dapat terarah sesuai tujuan yang diharapkan, maka digunakan anggapan dasar batasan masalah sebagai berikut:

1. Lokasi tinjauan adalah lokasi pantai desa kalinaung kecamatan likupang timur kabupaten Minahasa Utara yang di jadikan areal permukiman dan tempat sandar perahu nelayan.
2. Karakteristik gelombang yang di tinjau ialah tinggi gelombang, periode gelombang pecah, proses refraksi dan transformasi gelombang.
3. Tinggi gelombang dan periode gelombang dihitung selama selang waktu 10 tahun
4. Anggapan gelombang yang digunakan adalah jenis gelombang linear.

Tujuan Penelitian.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan ini adalah untuk memperoleh karakteristik gelombang berupa tinggi gelombang, periode gelombang, gelombang pecah, proses refraksi dan transformasi gelombang pada daerah pantai desa kalinaung.

Manfaat Penelitian

Sumbangan pemikiran bagi khasanah ilmu pengetahuan dalam mengkaji atau meneliti lebih lanjut tentang gelombang dan upaya penanggulangan kemunduran garis pantai, di daerah pantai kalinaung Kecamatan Likupang Timur.

LANDASAN TEORI

Gelombang

Gelombang laut adalah satu fenomena alam yang sering terjadi di laut. Gelombang laut

merupakan peristiwa naik turunnya permukaan laut secara vertikal yang membentuk kurva/grafik sinusoidal. Gelombang laut berbentuk gelombang transversal dengan membentuk lembah dan puncak yang berbeda dengan gelombang longitudinal yang mempunyai regangan dan rapatan. Gelombang sinusoidal atau gelombang transversal memiliki komponen tertentu.

Hindcasting Gelombang

Hindcasting gelombang adalah teknik peramalan gelombang yang akan datang dengan menggunakan data angin dimasa lampau. Data angin dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi dan periode gelombang di laut. Terjadinya gelombang di laut paling dipengaruhi oleh tiupan angin.

Fetch

Fetch adalah daerah pembangkit gelombang laut yang dibatasi oleh daratan yang mengelilingi laut tersebut. Daerah *fetch* adalah daerah dengan kecepatan angin konstan. Sedangkan jarak *fetch* merupakan jarak tanpa rintangan dimana angin sedang bertiup³.

Arah *fetch* bisa datang dari segala arah, yang besarnya dapat dihitung sebagai berikut :

$$F_{eff} = \frac{\sum F \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

F_{eff} : *Fetch* efektif

F : Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch*.

α : Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin.

Estimasi Angin Permukaan untuk Peramalan Gelombang

Sebagai langkah awal dalam menganalisis data angin, hal yang harus diperhatikan adalah mendapatkan nilai *Wind Stress Factor* (U_A), sebagai nilai yang akan digunakan dalam melakukan peramalan gelombang. Prosedur untuk mendapatkan *Wind Stress Factor* (U_A) adalah dengan melakukan koreksi – koreksi terhadap data angin yang kita miliki sebagai berikut :

▪ Koreksi Elevasi

Kecepatan angin yang digunakan adalah kecepatan angin yang diukur pada elevasi 10

meter. Jika data angin didapat dari pengukuran pada elevasi yang lain (misalnya y meter), maka dapat dikonversi dengan persamaan :

$$U_{(10)} = U(y) \left(\frac{10}{y} \right)^{\frac{1}{7}} \dots\dots\dots(2)$$

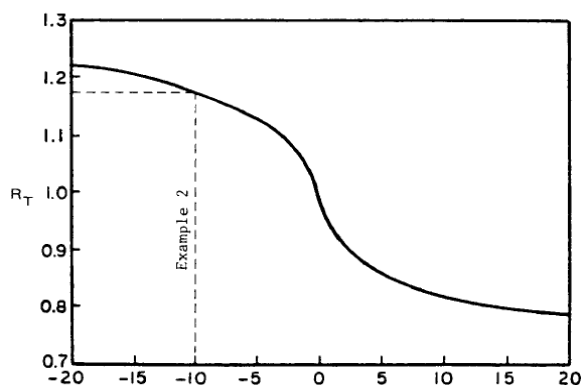
Dimana : $U_{(10)}$ = Kecepatan angin pada ketinggian 10 m.
 y = Ketinggian pengukuran angin ($y < 20$ m)

■ Koreksi Stabilitas

Koreksi ini diperlukan, jika terdapat perbedaan temperatur antara udara dan air laut. Besarnya koreksi dilambangkan dengan R_T , dimana :

$$U = R_T \times U_{10} \dots\dots\dots(3)$$

Jika tidak terdapat perbedaan data temperature, maka $R_T = 1.1$ (SPM'88, hal 3-30)



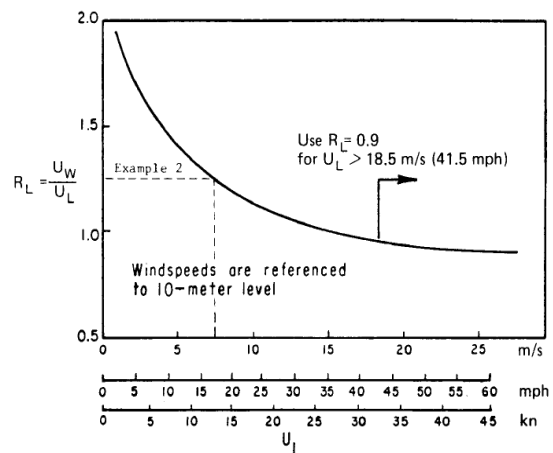
Gambar 1. Faktor koreksi beda suhu di laut dan di darat.

Sumber : SPM' 84

■ Koreksi Lokasi Pengamatan

Jika data angin yang dimiliki adalah data angin pengukuran di darat, perlu dilakukan koreksi untuk mendapatkan nilai kecepatan di laut. Faktor koreksi dilambangkan dengan R_L , yang nilainya disajikan Gambar 2. Di dalam gambar tersebut, U_w adalah kecepatan angin di atas laut, sedangkan U_L adalah kecepatan angin di darat. Apabila data kecepatan angin disuatu perairan memerlukan penyesuaian atau koreksi terhadap elevasi, koreksi stabilitas dan efek lokasi maka dapat digunakan persamaan:

$$U = R_T \times R_L \times U_{10} \dots\dots\dots(4)$$



Gambar 2. Hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat

Sumber : SPM'84

Pembentukan Gelombang di Laut Dalam

Peramalan gelombang di laut dalam dilakukan dengan metode SMB (Sverdrup Munk Bretschneider).

Transformasi Gelombang

Proses Refraksi

Pengaruh perubahan kedalaman laut akan menyebabkan refraksi. Di laut dalam, daerah dimana kedalaman air lebih besar dari setengah panjang gelombang, gelombang menjalar tanpa dipengaruhi dasar laut.

$$Kr = \sqrt{\frac{b_0}{b}} = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} \dots\dots\dots(5)$$

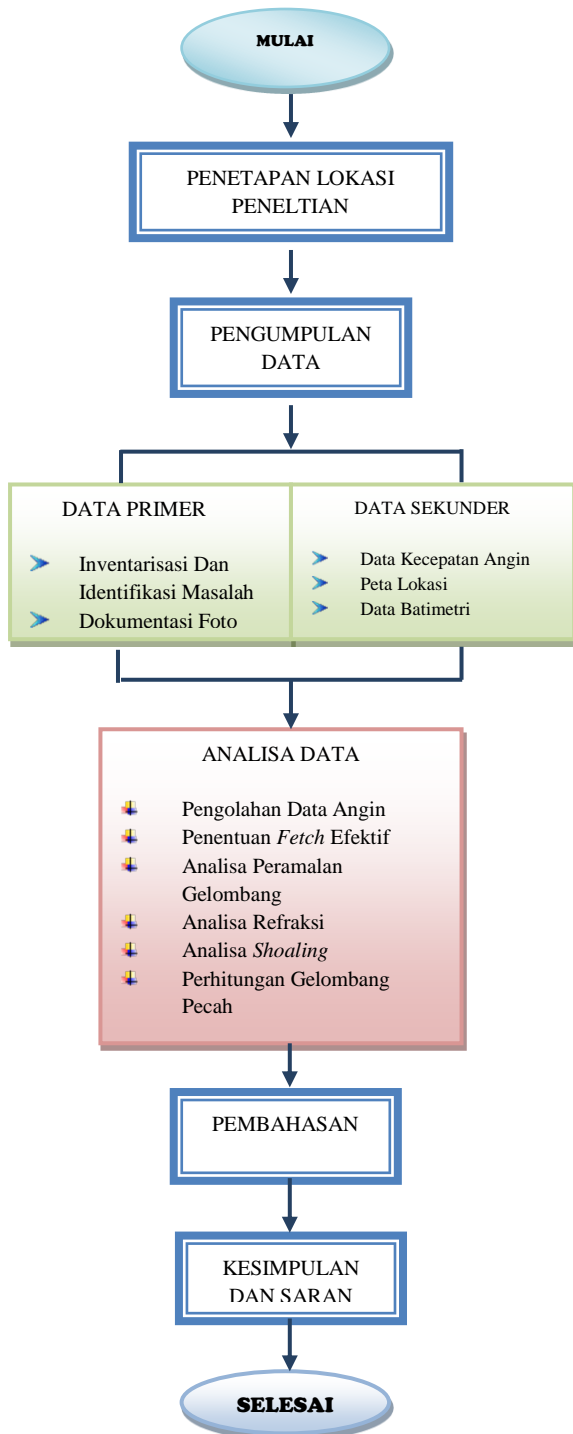
Pendangkalan Gelombang (Wave Shoaling)

Koefisien pendangkalan K_s merupakan fungsi panjang gelombang dan kedalaman air.

$$K_s = \sqrt{\frac{n_o \times C_o}{n_1 \times L_1}} \dots\dots\dots(6)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan studi :

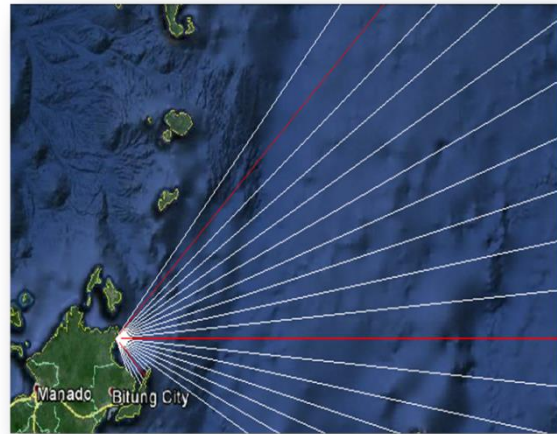


Gambar 4. Tahapan Pelaksanaan Studi

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa Data

Perhitungan *Fetch* Efektif



Gambar 5. Fetch Arah TimurLaut, Timur,Tenggara dan selatan

Sumber : Autocad

Perhitungan *Fetch* :

Tabel 1. Perhitungan Panjang *Fetch* Untuk Delapan Arah Mata Angin

Arah Mata Angin	(α)	Jarak Sebenarnya (m)	Jarak Sebenarnya (km)	$F\cos(\alpha)$	$\cos(\alpha)$	F_{eff} (km)
UTARA (N)	-20	0	0	0	0.940	0
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	1	
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
TIMUR LAUT (NE)	-20	1535	1.535	1.442428	0.940	0.595813
	-15	1608	1.608	1.553209	0.966	
	-10	2266	2.266	2.231574	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	1	
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
TIMUR (E)	-20	0	0	0	0.940	248.0315
	-15	354237.4	354.2374	342.1671	0.966	
	-10	302711.96	302.71196	298.1131	0.985	
	-5	280169.58	280.16958	279.1035	0.996	
	0	268898.39	268.89839	268.8984	1	
	5	267288.22	267.28822	266.2711	0.996	
	10	245590	245.59	241.8589	0.985	
	15	257627.2	257.6272	248.8488	0.966	
TENGGARA (SE)	-20	245590	245.59	230.7791	0.940	81.4249
	-15	304877	304.877	286.4907	0.940	
	-10	317073	317.073	306.269	0.966	
	-5	18073	18.073	17.79843	0.985	
	0	17122	17.122	17.05685	0.996	
	5	19024	19.024	19.024	1	
	10	19975	19.975	19.89899	0.996	
	15	20926	20.926	20.60809	0.985	
SELATAN (S)	-20	15219	15.219	14.70043	0.966	0.327507
	-15	13317	13.317	12.51389	0.940	
	-10	1559	1.559	1.464981	0.940	
	-5	1458	1.458	1.40832	0.966	
	0	0	0	0	0.985	
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	-20	0	0	0	0.940	
	-15	0	0	0	0.940	

Analisa Angin

Data angin yang dianalisa adalah data angin maksimum harian dalam 10 tahun terakhir. Data angin diambil dari BMKG Bitung, yakni data angin pada tahun 2005-2014.

Data angin dinyatakan dalam satuan knot, 1 knot = 1,852 km/jam = 0,5144 m/d.

Tabel 2. Data Kecepatan Dan Arah Angin Pada Januari Tahun 2005

2005				
No	Tanggal			
		Arah	(knot)	Kec (m/det)
1	12/31/2004	NW	6.01	3.10
1	01/01/2005	NNW	7.21	3.71
2	01/02/2005	NNW	8.84	4.55
3	01/03/2005	N	6.55	3.37
4	01/04/2005	N	7.42	3.82
5	01/05/2005	NNE	7.54	3.88
6	01/06/2005	NNE	10.31	5.31
7	01/07/2005	N	6.81	3.51
8	01/08/2005	N	6.37	3.28
9	01/09/2005	NNW	7.83	4.03
10	01/10/2005	NNW	9.03	4.65
11	01/11/2005	NW	8.77	4.52
12	01/12/2005	NW	7.96	4.10
13	01/13/2005	NW	7.75	3.99
14	01/14/2005	WNW	7.77	4.00
15	01/15/2005	NW	7.51	3.87
16	01/16/2005	WNW	8.95	4.61
17	01/17/2005	NW	8.85	4.56
18	01/18/2005	NNW	9.72	5.01
19	01/19/2005	N	9.79	5.04
20	01/20/2005	NNE	11.35	5.85
21	01/21/2005	N	10.85	5.59
22	01/22/2005	NNW	9.66	4.97
23	01/23/2005	NW	9.36	4.82
24	01/24/2005	WNW	8.84	4.55
25	01/25/2005	WNW	7.49	3.86
26	01/26/2005	WNW	6.03	3.11
27	01/27/2005	NNW	7.18	3.70
28	01/28/2005	N	7.38	3.80
29	01/29/2005	NW	6.40	3.30
30	01/30/2005	NW	6.70	3.45
31	01/31/2005	NNW	7.39	3.81

Perhitungan faktor tegangan angin

Perhitungan untuk mendapatkan nilai U_A (perhitungan pada data angin bulan Juni 2011) :

Tabel 3. Perhitungan *Hindcasting* Gelombang Maksimum Bulan Juni 2011

Tgl	Arah	U_z	U_{10}	R_L	U_A	F_{EFF}	t_i
		m/d	m/d		m/d	km	d
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
1	SSW	4.75	4.37	1.43	6.87	0.328	21600
2	SSW	5.44	5.01	1.39	7.65	0.328	21600
3	SSW	6.07	5.58	1.33	8.17	0.328	21600
4	S	4.05	3.72	1.5	6.14	0.328	21600
5	SW	3.75	3.45	1.53	5.80	0.000	21600
6	SW	5.01	4.61	1.41	7.15	0.000	21600
7	SSW	4.93	4.53	1.42	7.08	0.328	21600
8	S	3.60	3.31	1.54	5.61	0.328	21600
9	S	2.84	2.61	1.63	4.68	0.328	21600
10	SW	3.33	3.06	1.57	5.28	0.000	21600
11	SW	4.44	4.08	1.47	6.60	0.000	21600
12	SW	5.95	5.47	1.34	8.07	0.000	21600
13	S	4.97	4.57	1.41	7.09	0.328	21600
14	S	5.21	4.79	1.4	7.38	0.328	21600
15	SSW	7.56	6.95	1.26	9.63	0.328	21600
16	S	6.55	6.02	1.31	8.67	0.328	21600
17	S	5.89	5.42	1.34	7.98	0.328	21600
18	SSW	6.12	5.63	1.33	8.24	0.328	21600
19	S	4.92	4.53	1.42	7.07	0.328	21600
20	SSW	4.36	4.01	1.47	6.48	0.328	21600
21	SSW	6.68	6.14	1.3	8.78	0.328	21600
22	SSW	7.38	6.79	1.27	9.48	0.328	21600
23	S	6.60	6.07	1.3	8.68	0.328	21600
24	SSE	6.24	5.74	1.32	8.33	81.425	21600
25	SSE	2.42	2.22	1.69	4.13	81.425	21600
26	SSW	3.44	3.16	1.56	5.42	0.328	21600
27	S	6.39	5.88	1.31	8.47	0.328	21600
28	SSE	8.82	8.11	1.2	10.71	81.425	21600
29	SSW	5.56	5.11	1.38	7.76	0.328	21600
30	SSW	5.62	5.17	1.38	7.84	0.328	21600

Tabel 3. Lanjutan

Open Water/ Restricted Fetch	t_{FETCH}	Kondisi	$H_0(1)$	$T_0(1)$
	D	Gelombang	m	D
[9]	[10]	[11]	[12]	[13]
Open Water	803.075	Fetch Limited	0.100	1.102
Open Water	774.888	Fetch Limited	0.109	1.128
Open Water	758.252	Fetch Limited	0.115	1.145
Open Water	833.868	Fetch Limited	0.091	1.075
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
Open Water	795.308	Fetch Limited	0.102	1.109
Open Water	859.546	Fetch Limited	0.084	1.053
Open Water	913.038	Fetch Limited	0.072	1.012
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	0.000	Fetch Limited	0.000	0.000
Open Water	794.700	Fetch Limited	0.102	1.110
Open Water	784.330	Fetch Limited	0.106	1.119
Open Water	717.634	Fetch Limited	0.132	1.188
Open Water	743.241	Fetch Limited	0.121	1.160
Open Water	763.997	Fetch Limited	0.113	1.139
Open Water	756.120	Fetch Limited	0.116	1.147
Open Water	795.585	Fetch Limited	0.102	1.109
Open Water	819.167	Fetch Limited	0.095	1.087
Open Water	740.129	Fetch Limited	0.122	1.164
Open Water	721.526	Fetch Limited	0.130	1.183
Open Water	743.005	Fetch Limited	0.121	1.161
Open Water	29780.634	Duration Limited	0.844	3.954
Open Water	37636.243	Duration Limited	0.342	2.615
Open Water	869.331	Fetch Limited	0.082	1.045
Open Water	749.182	Fetch Limited	0.118	1.154
Open Water	27393.441	Duration Limited	1.165	4.583
Open Water	771.201	Fetch Limited	0.110	1.132
Open Water	768.601	Fetch Limited	0.111	1.135

Tabel 3. Lanjutan

$\frac{gH}{U^2_A}$	$\frac{gT}{U_A}$	$\frac{g^2_i}{U_A}$	Fully/Non fully Developed	H_0	T_0
[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]
0.021	1.572	30821.417	Non Fully Developed	0.100	1.102
0.018	1.447	27688.572	Non Fully Developed	0.109	1.128
0.017	1.375	25943.281	Non Fully Developed	0.115	1.145
0.024	1.717	34504.564	Non Fully Developed	0.091	1.075
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
0.020	1.537	29935.744	Non Fully Developed	0.102	1.109
0.026	1.842	37791.354	Non Fully Developed	0.084	1.053
0.032	2.121	45295.092	Non Fully Developed	0.072	1.012
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
0.000	0.000	26261.995	Non Fully Developed	0.000	0.000
0.020	1.534	29867.172	Non Fully Developed	0.102	1.110
0.019	1.488	28713.213	Non Fully Developed	0.106	1.119
0.014	1.209	21993.469	Non Fully Developed	0.132	1.188
0.016	1.312	24432.815	Non Fully Developed	0.121	1.160
0.017	1.400	26537.470	Non Fully Developed	0.113	1.139
0.017	1.366	25725.087	Non Fully Developed	0.116	1.147
0.020	1.538	29967.058	Non Fully Developed	0.102	1.109
0.022	1.647	32711.665	Non Fully Developed	0.095	1.087
0.016	1.300	24127.205	Non Fully Developed	0.122	1.164
0.014	1.225	22353.238	Non Fully Developed	0.130	1.183
0.016	1.311	24409.505	Non Fully Developed	0.121	1.161
0.119	4.655	25428.093	Non Fully Developed	0.844	3.954
0.197	6.213	51325.217	Non Fully Developed	0.342	2.615
0.027	1.892	39096.683	Non Fully Developed	0.082	1.045
0.016	1.337	25023.455	Non Fully Developed	0.118	1.154
0.100	4.199	19790.271	Non Fully Developed	1.165	4.583
0.018	1.431	27295.277	Non Fully Developed	0.110	1.132
0.018	1.419	27020.072	Non Fully Developed	0.111	1.135

Hindcasting gelombang dilakukan untuk setiap data angin maksimum harian selama 10 tahun. Dari hasil *hindcasting* ini disusun rekapitulasi tinggi, periode dan arah gelombang terbesar dan dominan bulanan dari tahun 2005 s/d 2014.

Tabel 4. Tabel rekapitulasi arah, tinggi dan periode gelombang dari masing – masing *fetch* berdasarkan *Hindcasting* Gelombang tahun 2005 – 2014.

Bulan	H - T	Arah Datang Gelombang					Max Tiap Bulan	
		TL	T	TG	SMg	TTL	Arah	H - T
JANUARI	H (m)	0.144	-	0.257	-	0.091	TG	0.257
	T (det)	1.317	-	2.292	-	1.165		2.292
FEBRUARI	H (m)	0.136	0.281	0.266	-	-	T	0.281
	T (det)	1.297	2.389	2.330	-	-		2.389
MARET	H (m)	0.113	0.389	0.254	-	-	T	0.389
	T (det)	1.235	2.772	2.280	-	-		2.772
APRIL	H (m)	0.111	0.485	0.334	0.394	-	T	0.485
	T (det)	1.230	3.068	2.585	2.787	-		3.068
MEI	H (m)	-	0.404	0.537	0.500	-	TG	0.537
	T (det)	-	2.820	3.213	3.111	-		3.213
JUNI	H (m)	-	0.359	0.393	1.165	-	SMg	1.165
	T (det)	-	2.674	2.784	4.583	-		4.583
JULI	H (m)	-	-	1.230	0.767	-	TG	1.230
	T (det)	-	-	4.698	3.784	-		4.698
AGUSTUS	H (m)	-	-	0.871	0.733	-	TG	0.871
	T (det)	-	-	4.011	3.706	-		4.011
SEPTEMBER	H (m)	-	-	-	0.853	-	SMg	0.853
	T (det)	-	-	-	3.973	-		3.973
OKTOBER	H (m)	-	0.567	0.376	0.571	-	SMg	0.571
	T (det)	-	3.294	2.731	3.305	-		3.305
NOVEMBER	H (m)	-	0.425	0.335	0.287	-	T	0.425
	T (det)	-	2.888	2.588	2.411	-		2.888
DESEMBER	H (m)	0.248	0.247	0.084	0.297	-	SMg	0.297
	T (det)	2.257	2.253	1.139	2.451	-		2.451
MAX TIAP ARAH	H (m)	0.248	0.567	1.230	1.165	0.091	TG	1.230
	T (det)	2.257	3.294	4.698	4.583	1.165		4.698

Dari tabel rekapitulasi di atas dapat diketahui bahwa gelombang dominan dan maksimum berasal dari arah tenggara. Hal ini disebabkan gelombang dari arah tenggara mempunyai daerah pembangkitan gelombang yang lebih besar.

Berdasarkan grafik hubungan H dan T didapat persamaan :

$$y = -3.851x^2 + 7.8141x + 0.3207$$

(persamaan didapat menggunakan *trendline* di program MS. Excel)

Untuk arah Tenggara Potongan 1 :

$$H_0 = 1.2303$$

$$T = -3.742.H_0^2 + 7.688.H_0 + 0.346 = 4.1053$$

Analisis berikutnya dibuat pada tabel 5.

Perhitungan Koefisien Refraksi

Tabel 5. Perhitungan Refraksi Untuk Potongan 1 Arah Tenggara

a_o	d	H_o	T	L_o	d/ L_o	d/L
62	25	1.2303	4.1053	26.2916	0.95	0.9500
62.098	20	1.2280	4.1440	26.7894	0.75	0.7501
61.589	15	1.2370	4.1302	26.6119	0.56	0.5610
62.101	10	1.2112	4.1682	27.1030	0.37	0.3777
59.704	5	1.1671	4.2217	27.8028	0.18	0.2083
48.188	1	1.0873	4.2813	28.5939	0.03	0.0714
21.428	0.5	1.7717	2.2208	7.6938	0.06	0.0942

Ket : untuk tabel berwarna merah, nilai tersebut didapat secara manual menggunakan tabel pembacaan d/L dari buku Triatmodjo B, "Teknik Pantai" (dapat dilihat pada lampiran)

Tabel 5. Lanjutan

L	C_o	C	$\sin a$	a	$\cos a_o / \cos a$	Kr
26.315	6.404	6.4101	0.8838	62.09	0.9984	0.9992
26.662	6.465	6.4340	0.8796	61.58	1.0083	1.0041
26.740	6.443	6.4741	0.8838	62.10	0.9918	0.9959
26.479	6.502	6.3526	0.8634	59.70	1.0402	1.0199
24.000	6.586	5.6851	0.7453	48.18	1.2390	1.1131
14.015	6.679	3.2736	0.3653	21.42	2.2488	1.4996
5.311	3.464	2.3913	0.2522	14.60	1.4671	1.2112

Perhitungan Koefisien Shoothing

Tabel 6. Perhitungan Shoothing Untuk Potongan arah tenggara

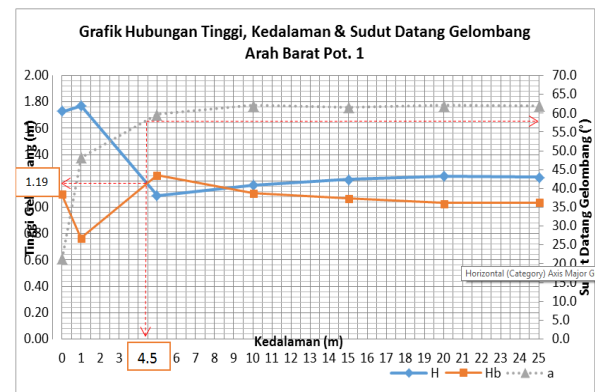
L_o	d/ L_o	d/L	L	n_o	n	Kr	K_s	H_o'
26.292	0.951	0.950	26.316	0.500	0.5001	0.999	0.999	1.228
26.789	0.747	0.750	26.662	0.500	0.5008	1.004	1.003	1.237
26.612	0.564	0.561	26.739	0.500	0.5061	0.996	0.983	1.211
27.103	0.369	0.378	26.479	0.500	0.5417	1.020	0.945	1.167
27.803	0.180	0.208	24.000	0.500	0.6920	1.113	0.837	1.087
28.594	0.035	0.071	14.015	0.500	0.9388	1.500	1.087	1.772
7.694	0.065	0.094	5.311	0.500	0.8999	1.211	0.805	1.727

Perhitungan Gelombang Pecah

Tabel 7. Perhitungan gelombang pecah Untuk Potongan arah tenggara

H_o'	H_b/H_o'	H_b
1.2280	0.84	1.0364
1.2370	0.84	1.0340
1.2112	0.85	1.0677
1.1671	0.86	1.1084
1.0873	0.89	1.2448
1.7717	0.77	0.7663
1.7274	0.50	1.0974

Selanjutnya dibuat grafik hubungan tinggi, kedalaman dan sudut datang gelombang.



Gambar 6. Grafik Hubungan Tinggi, Kedalaman & Sudut Datang Gelombang Arah Tenggara Pot. 1

Berdasarkan grafik hubungan tinggi, kedalaman, dan sudut datang gelombang di potongan 1 maka diperoleh :

Tinggi gelombang maksimum (H_b)
 $= 1.19 \text{ m}$

Gelombang pecah pada kedalaman
 $= 4.5 \text{ m}$

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang dilakukan terhadap Pantai Paal, dapat disimpulkan sebagai berikut :

Tinggi gelombang maksimum (H_b)
 $= 1.19 \text{ m}$

Gelombang pecah pada kedalaman (db)
 $= 4.5 \text{ m}$

Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan pergerakan dari sedimen, bangkitan arus dan juga pelepasan energi yang terjadi di Daerah pantai Kalinaung, agar diketahui apakah perlu ada bangunan pengaman pantai atau tidak.

DAFTAR PUSTAKA

CERC. 1984. *Shore Protection Manual*. US Army Coastal Engineering, Research Center. Washington.

Danial,M,M. 2008. *RekayasaPantai*.Alfabeta.Bandung.

Douglass, S dan Chen, J. 2004. *Overview of Coastal Engineering : Waves*. Coastal Transportation Engineering Research and Education Center, South Alabama University. USA.

<http://jun13-oseanografidanilmukelautan.blogspot.com/2011/01/gelombang-laut.html>.

<http://heavy-stuff.com/Arah-angin-yang-dapat-membangkitkan-gelombang.html>.

<http://robroslinggeoblog.blogspot.com/Tipe-Gelombang-Pecah.html>.

Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.

Triatmodjo, B. 2012. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.